

펄스자기장 자극에 의한 PPG의 이차미분 신호와 Power Spectral Density 비교분석

이진용*, 장태순, 이현숙¹, 김선욱¹, 황도근¹

상지대학교 대학원 동서의료공학과

¹상지대학교 한방의료공학과

1. 서론

여러 실험연구에서 PEMF(Pulsed Electromagnetic field)가 생리학적 과정에 의미 있는 영향을 미치는 것으로 증명되었고[1,2], 이전 실험에서 말초 혈관에 PEMF를 인가하여 혈관 확장 및 수축으로 인한 혈류량 변화를 조사하기 위해 PPG (photo-plethysmography)를 측정하였다. PPG는 심장박동에 따라 혈관의 혈액량 변화를 빛의 흡수, 반사, 산란을 이용하여 측정하는 신호로서[3], PPG 신호를 2차 미분 통해 혈관 노화도를 분석하여 PEMF의 영향을 조사하였다[4]. PEMF를 손마디에 자극하였을 때 혈관 노화도에 영향을 미친다는 것을 관찰하였다 [5]. 하지만 2차 미분을 통한 혈관노화도 분석은 그것을 분석하는 사람의 주관적인 요소가 많은 부분을 차지하고, 그로인해 분석 할 때마다 오차가 존재할 수 있어 반복성에서 문제가 있을 경우가 있다.

본 연구에서는 혈관 노화도에 미치는 PEMF의 영향을 PPG 신호를 측정하여 2차 미분을 통한 분석과 PSD (power spectral density) 변환 분석을 비교하여 관찰하였다.

2. 실험방법

펄스자기장 자극에 따른 혈관 탄성도를 조사하기 위해 손끝에 PPG 센서를 장착하고 30분 이상 안정을 취한 후 자극 전 1분, 자극 5분, 자극 후 1분을 측정하여 시간에 따른 변화를 관찰하였다. 손가락의 중심부를 자극하였고, 펄스 자기장자극기에 사용한 코일은 10 turn, 12×4.5 cm 타원형이고 자기장 세기는 0.48 T, Transition time은 0.102 ms 이다. 자극은 1초 간격(1 Hz)으로 5분간 자극하였고 총 6회를 측정하였다. 코일온도 상승에 따른 혈관변화를 배제하기 위해 코일에 접촉하지 않도록 지그를 제작하였다. 측정된 PPG 신호를 2차 미분을 통한 분석과 PSD를 이용 주파수로 변환하여 특정 주파수 영역의 피크의 적분값으로 시간에 따른 혈관 노화도의 변화를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

PPG 센서를 통해 얻어진 곡선은 말초혈관의 혈관 노화도를 관찰 할수 있다. 그림 1a 에서와 같이 순수 측정값으로는 혈관 노화도를 분석하기 어렵기 때문에 2차 미분을 통한 분석(그림 1b)과 PDS 통해 주파수로 변환(그림 1c)해서 2 Hz~3 Hz 구간의 영역의 피크를 적분하여 얻어진 값으로 혈관 노화도를 분석했다. 그림 2에서와 같이 두 분석값 모두 자기장 자극 후 3분에서 혈관 노화도가 떨어지는 경과를 보여주고 있다.

4. 결론

본 연구는 20대 남성을 대상으로 하여 펄스자기장 자극이 혈관 노화도에 미치는 영향을 관찰하기 위한 것이다. 실험 결과에 따르면 펄스 자기장 자극 시간은 3분에서 가장 좋은 효과를 보이고 그 이후에는 자극전의 혈관 노화도로 돌아가는 것을 관찰하였다. 또한 2차 미분법 분석과 PSD 분석의 결과가 일치하는 것을 보여준다. 이 연구를 바탕으로 보다 많은 대상으로 실험을 통해 비교한다면 펄스 자기장이 혈관 노화에 미치는 영향을 파악 할 수 있고, 인체에 가하는 자기장 자극의 적정 시간을 구체적으로 알 수 있을 것이며, PSD는 반복성

이 높은 분석법으로 혈관 노화도 분석의 신뢰도를 높일 수 있을 것이다.

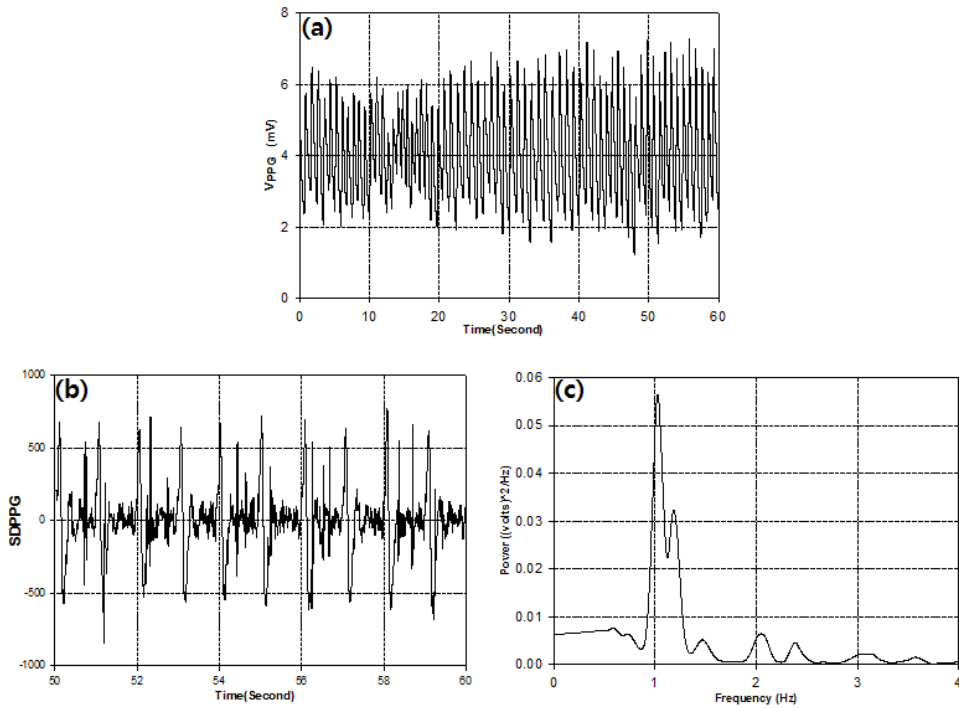


그림 1. (a) PPG 신호, (b) 2차 미분변환 (c) PSD 변환

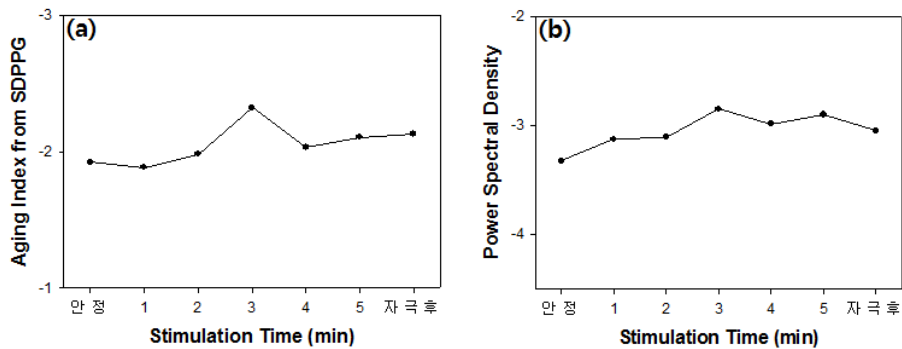


그림 2. (a) 2차 미분을 이용한 결과, (b) PSD를 이용한 적분값 결과

5. 참고문헌

- [1] J.C. Murray, R.W. Farndale, Biochim Biophys Acta. 838, 98 (1985)
- [2] R. L. Smith, D.A. Nagel. Clin Orthop. 181, 277 (1983)
- [3] J. G. Webster, WILEY, New York. 366 (1998)
- [4] J. G. Webster, Institute of Physics Publishing Ltd, London. 13 (1997)
- [5] J. Lee, I. Go, J. Choi, T. Jang, S.H. Shin, H. S. Lee, D. G. Hwang and S. Kim, Journal of Magnetics, 15, 209 (2010).